

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 21620111152346

UDC \_\_\_\_\_

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

福建省九龙江口无瓣海桑种群基因流的研究

Study on Population Gene Flow of *Sonneratia apetala*  
in the Jiulong River Estuary of Fujian

黄龙娇

指导教师姓名: 杨盛昌 副教授

专 业 名 称: 植 物 学

论文提交日期: 2014 年 5 月

论文答辩时间: 2014 年 5 月

学位授予日期: 2014 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2014 年 5 月



## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日



## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（        ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年        月        日



# 目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
第一章 前言 .....	1
一、无瓣海桑的简述及其研究进展 .....	1
1.1 无瓣海桑的形态及生物学特性 .....	1
1.2 无瓣海桑的研究进展 .....	2
二、植物基因流 .....	3
2.1 基因流的概念及相关研究 .....	3
2.2 基因流的检测方法 .....	4
三、交配系统研究.....	6
3.1 交配系统的概述.....	6
3.2 交配系统分析方法.....	6
四、DNA 分子标记技术及其应用 .....	8
4.1 DNA 分子标记发展简介.....	8
4.2 常用的分子标记方法及其特性的比较.....	8
4.3 SSR 分子标记技术.....	12
五、本研究的目的、内容和意义.....	13
第二章 实验材料和方法 .....	14
一、样品采集.....	15
1.1 样地概况.....	15
1.2 样品的采集与保存.....	15
1.3 无瓣海桑果实的采集及播种育苗 .....	12
二、实验仪器和试剂.....	13
2.1 实验仪器 .....	13
2.2 实验试剂与溶液 .....	14
三、实验方法.....	15
3.1 基因组 DNA 提取方法 .....	15

3.2 基因组 DNA 的电泳检测 .....	15
3.3 基因组 DNA 的纯度分析 .....	16
3.4 SSR 引物筛选及 SSR-PCR 反应体系的建立 .....	16
3.5 数据分析方法 .....	18
<b>第三章 结果与分析 .....</b>	<b>20</b>
<b>一、无瓣海桑基因组 DNA 的提取结果 .....</b>	<b>20</b>
<b>二、无瓣海桑花粉流的研究 .....</b>	<b>20</b>
2.1 无瓣海桑 SSR 多态性分析 .....	20
2.2 无瓣海桑自由授粉子代的父本分析 .....	21
2.3 无瓣海桑的有效花粉的散布方向与距离结果 .....	22
<b>三、无瓣海桑亲本遗传多样性与遗传分化的分析 .....</b>	<b>26</b>
3.1 遗传多样性分析 .....	26
3.2 固定指数和杂合度分析 .....	27
3.3 遗传分化分析 .....	28
<b>四、无瓣海桑子代遗传多样性与遗传分化的分析 .....</b>	<b>29</b>
4.1 遗传多样性分析 .....	29
4.2 固定指数和杂合度分析 .....	30
4.3 遗传分化系数分析 .....	31
<b>五、浮宫无瓣海桑种子流的研究 .....</b>	<b>32</b>
5.1 幼苗的亲本分析 .....	32
5.2 浮宫无瓣海桑种子的扩散方向及距离 .....	33
<b>六、无瓣海桑交配系统分析 .....</b>	<b>34</b>
<b>第四章 讨论与结论 .....</b>	<b>36</b>
<b>一、基因组 DNA 的提取 .....</b>	<b>36</b>
<b>二、引物的获得 .....</b>	<b>36</b>
<b>三、SSR-PCR 扩增及电泳、银染与判读 .....</b>	<b>36</b>
3.1 SSR-PCR 扩增 .....	36
3.2 聚丙烯酰胺凝胶电泳 .....	37



3.3 银染 .....	37
3.4 判读 .....	37
四、无瓣海桑自由授粉子代的父本分析 .....	36
五、无瓣海桑的有效花粉散布 .....	38
六、无瓣海桑亲本遗传多样性与遗传分化的分析 .....	38
七、无瓣海桑子代遗传多样性与遗传分化的分析 .....	39
八、浮宫无瓣海桑种子的扩散距离 .....	40
九、无瓣海桑的交配系统 .....	40
十、结论与展望 .....	41
参考文献 .....	43
附录 .....	51
致谢 .....	60



## Content

<b>Chinese Abstract .....</b>	<b>I</b>
<b>English Abstract .....</b>	<b>II</b>
<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Section 1 The survey of <i>Sonneratia apetala</i> and research progress .....</b>	<b>1</b>
1.1 Morphological and ecological characteristic of <i>Sonneratia apetala</i> .....	1
1.2 The research progress of <i>Sonneratia apetala</i> .....	1
<b>Section 2 Gene flow .....</b>	<b>2</b>
2.1 Concept of gene flow and research related .....	2
2.2 Detection methods of gene flow .....	2
<b>Section 3 Mating system .....</b>	<b>4</b>
3.1 Brief outline of mating system.....	5
3.2 The research methods of mating system .....	6
<b>Section 4 DNA molecular markers and application .....</b>	<b>5</b>
4.1 The development of DNA molecular markers .....	6
4.2 Common molecular markers and comparison .....	6
4.3 Brief outline of SSR technology .....	9
<b>Section 5 Research goal, content and significance. ....</b>	<b>9</b>
<b>Chapter 2 Experimental materials and methods.....</b>	<b>10</b>
<b>Section 1 The collection of experimental samples .....</b>	<b>11</b>
1.1 Basic information of sampling sites.....	11
1.2 Samples collection and preservation.....	12
1.3 The fruit of <i>Sonneratia apetala</i> collection and seeding-raising .....	12
<b>Section 2 Experimental apparatus and reagents. ....</b>	<b>13</b>
2.1 Experimental apparatus.....	13
2.2 Reagents and solutions.....	14
<b>Section 3 Experimental methods .....</b>	<b>15</b>
3.1 Extraction methods of genomic DNA.....	15

3.2 Electrophoresis of genomic DNA .....	16
3.3 Purity analysis of genomic DNA .....	16
3.4 SSR primer screening and SSR-PCR reaction system .....	16
3.5 Data analysis methods.....	18
<b>Chapter 3 Results and Analysis .....</b>	<b>20</b>
<b>Section 1 Genomic DNA extraction .....</b>	<b>20</b>
<b>Section 2 Pollen flow of <i>Sonneratia apetala</i> .....</b>	<b>20</b>
2.1 Analysis of SSR polymorphism in <i>Sonneratia apetala</i> .....	20
2.2 Paternity analysis for open-pollination offspring of <i>Sonneratia apetala</i> .	21
2.3 Dispersal pattern of effective pollen in <i>Sonneratia apetala</i> .....	22
<b>Section 3 Genetic diversity and differentiation in <i>Sonneratia apetala</i> parental generation .....</b>	<b>26</b>
3.1 Genetic diversity .....	26
3.2 Fixation index and heterozygosity .....	27
3.3 Genetic differentiation .....	28
<b>Section 4 Genetic diversity and differentiation in <i>Sonneratia apetala</i> filial generation .....</b>	<b>28</b>
4.1 Genetic diversity .....	29
4.2 Fixation index and heterozygosity .....	30
4.3 Genetic differentiation .....	31
<b>Section 5 Seed flow of <i>Sonneratia apetala</i> .....</b>	<b>32</b>
5.1 The paternity analysis of seedlings .....	32
5.2 Dispersal pattern of seeds in Fugong <i>Sonneratia apetala</i> population .....	32
<b>Section 6 Mating system in <i>Sonneratia apetala</i>.....</b>	<b>34</b>
<b>Chapter 4 Discussion and Conclusion.....</b>	<b>36</b>
<b>Section 1 Total DNA extraction .....</b>	<b>36</b>
<b>Section 2 For primer .....</b>	<b>36</b>
<b>Section 3 SSR-PCR amplification, electrophoresis, silver staining as well as interpretation.....</b>	<b>36</b>

3.1 SSR-PCR amplification .....	36
3.2 Polyacrylamide gel electrophoresis .....	37
3.3 Silver staining .....	37
3.4 Interpretation.....	37
<b>Section 4 Paternity analysis for open-pollination offspring of <i>Sonneratia apetala</i> .....</b>	<b>36</b>
<b>Section 5 The dispersion of effective pollen in <i>Sonneratia apetala</i> .....</b>	<b>38</b>
<b>Section 6 Genetic diversity and differentiation in <i>Sonneratia apetala</i> parental generation .....</b>	<b>38</b>
<b>Section 7 Genetic diversity and differentiation in <i>Sonneratia apetala</i> filial generation .....</b>	<b>39</b>
<b>Section 8 Dispersal distance of seeds in Fugong <i>Sonneratia apetala</i> population .....</b>	<b>40</b>
<b>Section 9 Mating system of <i>Sonneratia apetala</i>.....</b>	<b>40</b>
<b>Section 10 Conclusion and prospect. ....</b>	<b>41</b>
<b>References.....</b>	<b>43</b>
<b>Appendix.....</b>	<b>51</b>
<b>Acknowledge.....</b>	<b>60</b>



## 摘要

本研究利用 SSR 分子标记技术，以九龙江口的无瓣海桑引种种群为研究对象，分析了其遗传多样性、交配系统、花粉流及种子流。主要研究结果如下：

1、采用 9 对 SSR 引物在实验群体中共检测到 44 个等位基因，每个位点的等位基因数在 3-8 之间，平均为 4.9 个，利用 CERVUS 软件在 95% 的可信度水平下推断出 49 个无瓣海桑自由授粉子代（占总子代的 68.1%）的真实父本。

2、海沧的无瓣海桑有效花粉平均传播距离是 30.73m，而浮宫的是 50.41m。

3、海沧与浮宫无瓣海桑种群的平均多样性指数分别为 0.7773 和 0.7319。海沧种群的遗传多样性水平高于浮宫种群。种群的遗传分化系数（Fst）平均为 0.3414，说明有 34.14% 的变异存在于种群间，65.86% 的变异存在于种群内，说明遗传分化主要存在于种群内。

4、无瓣海桑子代群体的 Shannon 多样性指数平均为 0.7064。遗传分化系数（Fst）平均为 0.2269，说明有 22.69% 的变异存在于家系间，77.31% 的变异存在于家系内，遗传分化主要存在于家系内。

5、利用 CERVUS 软件在 95% 的可信度水平下推断出 8 个自由扩散的无瓣海桑幼苗（占总幼苗的 80%）的亲本。

6、根据幼苗与母树之间的距离计算，浮宫无瓣海桑种子的扩散距离为 73.2 m-191.1m，平均距离为 126.1m，说明浮宫的无瓣海桑种子具有较强的扩散能力。

7、对海沧和浮宫的无瓣海桑种群进行交配系统分析，得出平均多位点异交率（tm）和平均单位点异交率（ts）及平均近交系数（tm-ts）分别为  $0.956 \pm 0.100$ 、 $0.875 \pm 0.085$ 、0.081。无瓣海桑的高异交率从一个方面反映了其较强的适应能力。

本研究揭示了福建九龙江口无瓣海桑种群具有较高的遗传多样性水平，以及较高的花粉流和异交率；无瓣海桑的种子具有较强的扩散能力。为引种无瓣海桑的生态风险评估以及制定合理的管理模式提供了依据。

**关键词：**无瓣海桑；SSR；基因流





Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”. Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库